

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

E.A.P. DE ODONTOLOGÍA

**Estudio in vitro de la resistencia a la tracción de cilindros
colados cementados a análogos de pilar de implantes con
tres tipos de ionomero de vidrio**

TESIS

Para obtener el Título Profesional de Cirujano Dentista

AUTOR

Sergio David Olivares Núñez

Lima – Perú

2015

DEDICATORIA

A mis padres Antonio y Cecilia por brindarme todo el amor, la confianza, los buenos valores, la educación, los buenos consejos y sobre todo su apoyo incondicional para lograr siempre mis objetivos y por creer siempre en mí.

Todo lo que haga siempre será por y para ustedes.

Gracias.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de investigación no hubiese sido posible sin la ayuda de las siguientes personas:

A mis padres por estar siempre conmigo, alentándome y enseñándome a salir adelante a pesar de las adversidades.

Al Dr. Eduardo Vicente Zamudio, por su ayuda invaluable y su permanente apoyo en todos los aspectos referidos al presente trabajo hasta su finalización.

Al Dr. Frank Mayta Tovalino, por su amistad, orientación, asesoramiento y compromiso en el desarrollo del presente trabajo.

Al Dr. Romel Watanabe Velásquez, por su amistad, asesoría y consejos brindados durante el período de ejecución de este trabajo de investigación, desde su inicio hasta su finalización.

A la Dra. Liliana Terán Casafranca, por su apoyo incondicional sobre todo su compromiso y su paciencia hasta concluir este trabajo.

A la Dra. Martha Pineda Mejía por haberme dado la oportunidad de compartir sus conocimientos y amplia experiencia en el campo de la investigación.

RESUMEN

El propósito de este estudio fue comparar in vitro la resistencia a la tracción de cilindros colados; cementados a análogos de pilar de implante utilizando 3 diferentes ionómeros de cementación (GC Fuji I, Ketac Cem™ Easy Mix y RelyX™ Luting 2).

Para ello, se prepararon 18 especímenes conformados por análogos de pilar de implante y cilindros colados, los cuales se dividieron aleatoriamente en 3 grupos (n=6) para cada uno de los ionómeros estudiados. Los cilindros colados fueron cementados sobre el respectivo análogo de pilar utilizando el cemento de ionómero correspondiente a su grupo. Luego se sometieron a los especímenes de cada grupo a la prueba de tracción utilizando una máquina de ensayo universal (zwickiLine by Zwick/Roell), hasta lograr el fracaso del cemento. Los resultados obtenidos por la máquina fueron registrados en la computadora para su posterior análisis. A continuación se realizaron las pruebas estadísticas correspondientes, determinándose que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre los 3 tipos de ionómero. Presentaron de mayor a menor resistencia a la tracción; el cemento de ionómero de vidrio modificado con resina RelyX™ Luting 2, el ionómero de vidrio de cementación GC Fuji I y el ionómero de vidrio de cementación Ketac Cem™ Easy Mix respectivamente.

Palabras clave: Ionómero – Resistencia a la tracción – Pilar – Cilindro colado – implante dental

SUMMARY

The purpose of this study was to compare in vitro the resistance to the traction of cylinder casts, cemented to the implant abutment analogue utilizing 3 different ionomer cementations (GC Fuji I, Ketac Cem™ Easy Mix and RelyX™ Luting 2).

For this, we prepared 18 specimens made up of implant abutment analogues and cylinder cast, which were divided randomly into 3 groups (n=6) for each of the ionomers studied. The cylinder casts were cemented on each abutment analogue respectively utilizing the ionomer cement corresponding to its group. Then the specimens of each group were subject to the traction test utilizing a universal rehearsal machine (zwickiLine by Zwick/Roell), until the cement failed. The results that were obtained by the machine were registered in the computer for later analysis. Next we made the corresponding statistical tests, determining that there was no significant statistical difference between the 3 types of ionomers. Presenting from greater to lesser resistance to the traction; the glass ionomer cement modified with resin RelyX™ Luting 2, the glass ionomer of cementation GC Fuji I and the glass ionomer of cementation Ketac Cem™ Easy Mix respectively.

Key words: ionomer – resistance to traction - abutment – cylinder cast - dental implant

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Página
RESUMEN (ESPAÑOL E INGLÉS)	4
I. INTRODUCCIÓN	9
II. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	
2.1. Área problema	10
2.2. Delimitación del problema	11
2.3. Formulación del problema	12
2.4. Objetivos de la investigación	
2.4.1. Objetivo general	12
2.4.2. Objetivos específicos	13
2.5. Justificación de la investigación	13
2.6. Limitaciones de la investigación	14
III. MARCO TEÓRICO	
3.1. Antecedentes del problema	14
3.2. Bases teóricas	20
3.3. Definición de términos básicos	25
3.4. Hipótesis	26
3.5. Variables	26
3.6. Operacionalización de variables	27
IV. MATERIALES Y MÉTODO	
4.1. Recursos materiales	27
4.2. Tipo de estudio	28
4.3. Población	29
4.4. Unidad de Análisis	29

4.5.	Muestra	29
4.6.	Procedimientos y técnicas	30
4.7.	Procesamiento de datos y análisis de resultados	37
V.	RESULTADOS	38
VI.	DISCUSIONES	42
VII.	CONCLUSIONES	47
VIII.	RECOMENDACIONES	48
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
X.	ANEXOS	53

LISTA DE TABLAS

TABLA Nº 1: LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN EN NEWTONS; DE CILINDROS COLADOS CEMENTADOS A ANALOGOS DE PILAR DE IMPLANTE CON TRES TIPOS DE IONOMERO DE VIDRIO (**Página 38**)

TABLA Nº2: EVALUACIÓN DE LA NORMALIDAD DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN EN NEWTONS; DE CILINDROS COLADOS CEMENTADOS A ANÁLOGOS DE PILAR DE IMPLANTE CON TRES TIPOS DE IONÓMERO DE VIDRIO (**Página 40**)

TABLA Nº3: COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN EN NEWTONS; DE CILINDROS COLADOS CEMENTADOS A ANÁLOGOS DE PILAR DE IMPLANTE CON TRES TIPOS DE IONÓMERO DE VIDRIO (**Página 41**)

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO Nº1: LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN EN NEWTONS; DE CILINDROS COLADOS CEMENTADOS A ANALOGOS DE PILAR DE IMPLANTE CON TRES TIPOS DE IONOMERO DE VIDRIO (**Página 39**)

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años ha habido un notable progreso en el campo de la implantología oral, siendo uno de los puntos más resaltantes el que abarca a la rehabilitación oral sobre implantes dentales. Sin embargo, ello ha propiciado el surgimiento de muchas interrogantes con respecto a los materiales utilizados y a las técnicas empleadas en la práctica clínica. Una de esas interrogantes se relaciona precisamente; con el método por el cual las dentaduras parciales fijas están conectadas a los implantes (Prótesis atornillada o cementada)¹.

Es conocido que la elección del sistema de retención de la prótesis al implante puede ser mediante el uso de un tornillo o también mediante cementación, no obstante, esto ha sido objeto de controversia en la literatura ^{2,3}. Las prótesis que utilizan la retención mediante tornillo han sido y siguen siendo el diseño estándar en la mayoría de las situaciones para muchos clínicos. Por otra parte, otro grupo de odontólogos prefieren restauraciones que implican el uso del cemento dental en la instalación de las prótesis⁴.

Basándonos en esa controversia que existe actualmente, el presente estudio está enfocado en las prótesis cementadas y su resistencia a la tracción, la cual es una de las principales fuerzas que actúan sobre las restauraciones instaladas a nivel oral.

Actualmente el odontólogo dispone de diversos agentes cementantes para fijar las prótesis al momento de su instalación, siendo el cemento más utilizado y de mayor elección el ionómero de vidrio. En el mercado encontramos disponibles diversas marcas y presentaciones de ionómeros de vidrio para cementación definitiva; de las cuales se han seleccionado 3 diferentes alternativas para analizar su desempeño y eficacia frente a una fuerza externa. Se contrastaron los resultados de dos tipos de ionómero de cementación de presentación convencional (polvo – líquido) los cuales

fueron el GC Fuji I y el Ketac Cem™ Easy Mix, así como también se incluyó en el presente estudio un cemento de ionómero de vidrio modificado con resina (pasta – pasta) que fue el RelyX™ Luting 2.

II. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1 Área del problema

Es sabido que para las restauraciones atornilladas, se obtiene la retención por el tornillo de fijación, que conecta la prótesis con el pilar. El objetivo principal es generar la fuerza de sujeción adecuada para mantener la unidad del componente⁵. En la actualidad, hay numerosos autores que defienden las restauraciones atornilladas debido a la reversibilidad y a la seguridad en la interface del implante y el pilar prótesico².

Según Taylor y col.³; Chee y col.⁴, el uso de las restauraciones cementadas sobre implantes recientemente han ganado popularidad debido a la mejora de la estética. Además, según Chiche y Pinault⁶; Guichet y col.¹² estas presentan un mejor potencial del ajuste pasivo. En las prótesis cementadas sobre implantes, la prótesis fija metal-cerámica es cementada sobre un pilar que es conectado al implante⁷. En particular, la elección del cemento adecuado para una situación clínica específica todavía se basa más en la experiencia del profesional que en datos científicos. Idealmente, el cemento debe ser lo suficientemente fuerte para mantener la prótesis cementada sobre los implantes en su lugar por tiempo indefinido, sin embargo, debe ser lo suficientemente débil como para permitir al dentista retirarla si fuese necesario (Kent DK y col.)¹⁰. Desafortunadamente no hay indicios de cuál es el cemento más idóneo ni tampoco evidencia acerca del previsible comportamiento del cemento (Taylor y col.)³.

Otra gran ventaja de las prótesis cementadas sobre implantes es que el cemento que se coloca en el espacio existente entre la corona y el pilar puede ayudar a compensar

las discrepancias en el ajuste de la corona^{8,9}. Los componentes que se utilizan para este tipo de restauraciones son menos costosos que aquellos utilizados en las prótesis atornilladas. Sin embargo existen factores que influyen en la retención de una prótesis cementada: paralelismo entre los pilares, la superficie, la altura del pilar, rugosidad de la superficie y el tipo de cemento^{10,11}.

Por ende, el propósito del presente estudio ha sido evaluar *in vitro* la resistencia a la fuerza por tracción de cilindros colados cementados a análogos de pilar de implantes utilizando tres variantes de ionómero de vidrio.

2.2 Delimitación del problema

Una restauración cementada sobre implante presenta varias ventajas; tales como: asentamiento pasivo, distribución de la cargas oclusales, mejora de la estética debido a la falta del orificio de acceso a los tornillos, una reducción de las complicaciones tales como la eliminación del aflojamiento de los tornillos oclusales, fractura de la porcelana, costo y tiempo. Por lo tanto existen varios factores que influyen en la retención y la resistencia de las restauraciones cementadas^{12,13}. El pilar se ve afectado por la convergencia oclusal, el área de superficie y altura, entre otros factores. Finalmente, el agente de cementación se ve afectado por el tipo de cemento, por el uso de alivio interno que exista en el colado, por las variaciones en la viscosidad del cemento, por las variaciones en las fuerzas de cementación y por las variaciones en la duración de la fuerza^{14,15}. El efecto de estos factores en las restauraciones sobre implantes cementadas aún no se ha establecido. Por lo que es primordial conocer el desempeño clínico de los agentes cementantes como los ionómeros de vidrio, que vienen siendo ampliamente utilizados en los protocolos de cementación definitiva de prótesis sobre implantes dentales. Encontramos entonces que en nuestro medio existen algunas marcas de ionómero de vidrio de primera elección por parte de los

rehabilitadores al momento de realizar una cementación definitiva sobre implantes, elección que se basa principalmente en la experiencia personal trabajando con estos materiales más que en un sustento científico sobre sus propiedades y desempeño.

Tenemos entonces 3 tipos diferentes de ionómero de vidrio de cementación, los cuales son los más populares en los protocolos de cementación definitiva en el Perú: el GC Fuji I y el Ketac Cem™ Easy Mix, los cuales vienen en presentación polvo-líquido, así como también el RelyX™ Luting 2 (cemento de ionómero de vidrio modificado con resina) que viene en presentación pasta-pasta. El presente estudio se enfocará en estos 3 tipos de ionómero de vidrio de cementación para poder hacer una comparación en el desempeño de las mismas al ser utilizados en los procesos de cementación definitiva de prótesis sobre implantes dentales.

2.3 Formulación del problema

¿Influirá el tipo de ionómero de vidrio de cementación en la resistencia a la tracción de cilindros colados cementados a análogos de pilar de implante?

2.4 Objetivos de la investigación

2.4.1 Objetivo General

Evaluar *in vitro* el efecto de 3 tipos diferentes de ionómero de vidrio de cementación en la resistencia a la fuerza de tracción de cilindros colados cementados a análogos de pilar de implante.

2.4.2 Objetivos específicos

1. Evaluar *in vitro* la resistencia a la fuerza por tracción de cilindros colados a análogos de pilar de implante, cementados con ionómero de vidrio de cementación GC Fuji I.
2. Evaluar *in vitro* la resistencia a la fuerza por tracción de cilindros colados a análogos de pilar de implante, cementados con ionómero de vidrio de cementación Ketac Cem™ Easy Mix.
3. Evaluar *in vitro* la resistencia a la fuerza por tracción de cilindros colados a análogos de pilar de implante, cementados con cemento de ionómero de vidrio modificado con resina RelyX™ Luting 2.
4. Comparar *in vitro* la resistencia a la fuerza por tracción de cilindros colados a análogos de pilar de implante cementados con los 3 ionómeros de vidrio (Ketac Cem™ Easy Mix, GC Fuji I y RelyX™ Luting 2).

2.5 Justificación de la investigación

El estudio será relevante en el área de rehabilitación oral sobre implantes, debido a la presencia de diferentes sistemas de cementación con ionómeros de vidrio. Por lo tanto, el profesional debe estar informado acerca de los mismos. Además, tendrá una importancia de tipo teórica, debido a que en la actualidad no existe información sobre la retención de cilindros colados cementados con diferentes ionómeros de vidrio en el Perú, por lo cual, al demostrar esta acción se aportaría al conocimiento científico información valiosa. Otra importancia vendría a ser la del tipo social, debido a que los pacientes probablemente se beneficiarán directamente al utilizarse en ellos un cemento dental cuyo comportamiento clínico sea el más favorable.

2.6 Limitaciones de la investigación

El presente estudio, al ser experimental *in vitro* tuvo la limitación de que no se pudieron extrapolar necesariamente los resultados a lo que podría ocurrir en la cavidad oral, debido a que el diseño metodológico no nos lo permitió.

Al ser un experimento de laboratorio no existió ninguna otra posible limitación, puesto que se contó con la parte logística y equipamiento necesario para ejecutarlo.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes del problema

Keith y col.¹⁶ realizaron un estudio *in vitro* para cuantificar la discrepancia marginal de la interfase corona-implante en coronas cementados o atornilladas. Utilizaron 20 coronas de metal-cerámica sobre implantes ITI de 4.1 x 10 mm con tornillos de titanio. De los cuales 10 implantes recibieron pilares octogonales y coronas atornilladas fabricadas en los cilindros de oro prefabricados. Los otros 10 implantes fueron restaurados con pilares sólidos de 5.5mm y coronas cementadas alternativamente con un ionómero de vidrio o fosfato de zinc. Concluyeron que la media de discrepancia marginal de coronas atornilladas de metal-cerámica sobre pilares de los implantes es significativamente menor que el de las coronas de metal-cerámica cementadas. Además, la discrepancia media marginal de coronas metal cerámica cementadas sobre pilares de los implantes con ionómero de vidrio es significativamente menor que las cementadas con oxifosfato de zinc.

Mansour y col.¹⁷ determinaron la retención de copines de metal fabricados para ajustar en pilares de titanio de un surco y un lado plano usando seis diferentes cementos. Para lo cual, utilizaron diez implantes cilíndricos huecos de 3.8 mm ITI en

bloques de resina acrílica y colocaron un pilar de titanio en cada implante y se apretó con un torque de 35 N/cm. Los cementos fueron: Óxido de zinc libre de eugenol, Óxido de zinc eugenol, Fosfato de zinc, Ionómero de vidrio de resina modificada, policarboxilato de zinc y Resina. Tras el cementado las muestras se sometieron a una prueba de extracción usando una máquina de pruebas universal (Instron) a una velocidad de 0.5 mm/min. Concluyeron que los valores de retención de los colados cementados a pilares ITI no han sido descritos en la literatura y dentro de los límites de este estudio *in vitro* los resultados no sugieren que un tipo de cemento sea mejor que otro, pero suministran un ranking de los cementos en su habilidad para retener los colados. Este ranking es de alguna manera diferente a aquel obtenido cuando los mismos cementos se utilizan en dientes naturales. El material y las características de la superficie del pilar del implante son seguramente las responsables de esta diferencia.

Akashi y col.¹⁸ evaluaron la influencia de cuatro cementos temporales: Tempbond (Kerr), Tempbond NE (Kerr), Improv (Sterioss) y Dycal (Dentsply) en la adaptación marginal y la resistencia a la tracción de las muestras de prótesis cementadas en réplicas de pilares Ceraone. Utilizaron cuatro grupos de prueba: Grupo 1 (G-1) Tempbond (Kerr), Grupo 2 (G-2) Tempbond NE (Kerr), Grupo 3 (G-3) Improv (Sterioss) y Grupo 4 (G-4) Dycal (Dentsply). Además, usaron los cilindros de oro (Nobel Biocare) adaptados a las réplicas de acero inoxidable de pilares Ceraone (Nobel Biocare). Después de la cementación de cada grupo, las muestras fueron sometidas a ensayos de resistencia a la tracción con una Máquina Universal de Ensayos (Kratus). Concluyeron que los cuatro cementos temporales presentaron similar adaptación marginal y que el G-4 (Dycal) mostró una mayor resistencia a la tracción que el G-2 (Tempbond NE).

Maeyama y col.¹⁹ compararon la fuerza de retención de casquillos metálicos sobre pilares prefabricados con cinco diferentes cementos. Utilizaron 8 pilares prefabricados que fueron colocados sobre los implantes de titanio atornillados a 35 N/cm. Las cofias de metal fueron bañadas con aleación Au-Pt. Los cementos utilizados fueron el óxido de zinc-eugenol, oxifosfato de zinc, ionómero de vidrio reforzado con resina, ionómero de vidrio y la resina compuesta. La fuerza remanente se midió con una máquina de prueba universal. Concluyeron que la fuerza de retención de las cofias de metal en los pilares de los implantes es algo diferente comparado con restauraciones cementadas convencionalmente en los dientes naturales. Estas diferencias pueden ser influenciadas por las diferencias en la superficie, rugosidad y la altura del pilar.

Wolfart y col.²⁰ evaluaron la influencia del tipo de cemento y la técnica de aplicación sobre las discrepancias de asiento y las fuerzas de retención de piezas de fundición de aleación noble cementadas en pilares de titanio. Utilizaron el cemento óxido de zinc eugenol (Freegenol), fosfato de zinc (Harvard), ionómero de vidrio (Ketac Cem), policarboxilato (Durelon), y la resina autoadhesiva (RelyX Unicem). Concluyeron que la mitad de recubrimiento de las restauraciones con cemento no dio lugar a la reducción de la retención en comparación con la técnica de recubrimiento completo, pero la técnica de abrasión dio como resultado aumento de la retención con algunos cementos.

Dudley y col.²¹ determinaron la influencia de las cargas cíclicas de compresión sobre la conservación física de estructuras de coronas cementadas sobre pilares implantarios. Utilizaron coronas que fueron cementadas a pilares "Straumann synOcta implant" de titanio con tres diferentes cementos. Las muestras se colocaron en un humidificador, luego fueron termocicladas y sometidas a una de las cuatro cantidades de cargas cíclicas de compresión y se registró la fuerza de tracción uniaxial necesaria para eliminar el reparto de las coronas. Concluyeron que los valores de retención de

estructuras de coronas cementadas con cemento Panavia-F fueron estadísticamente significativos superiores a los cementos KetacCem y cementos sin eugenol TempBond. Mientras que el cemento KetacCem y cementos sin eugenol TempBond produjeron valores medios relativamente bajos de retención, siendo que las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Las cargas cíclicas de compresión tuvieron un efecto estadísticamente significativo en especímenes Panavia-F. Concluyeron que las cofias cementadas a pilares de implantes Straumann synOcta con la resina, el ionómero de vidrio y el cemento temporal, se vieron afectadas significativamente por el tipo de cemento, pero no a la compresión de carga cíclica y que el cemento de resina es el cemento de elección para la cementación definitiva de estructuras de coronas en pilares de implantes Straumann synOcta.

Mehl y col.²² evaluaron la recuperabilidad de los coronas cementadas sobre implantes, con dos dispositivos de extracción diferentes. Se evaluó mediante la influencia de cinco tipos de cemento y dos técnicas de aplicación de cemento. Utilizaron 40 cofias con una aleación de CoCr con 40 pilares de titanio cónico (4,3 mm de ϕ x 6 mm de altura y de 5° Camlog, Alemania). Luego 20 de las cofias se modelaron como coronas individuales, mientras que las otras 20 cofias fueron modeladas con una extensión para simular las prótesis parciales fijas de más de una pieza. Antes de la cementación las superficies internas de las cofias se rosearon con aire-abrasión (50 μ m de las partículas de Al_2O_3), mientras que los pilares fueron utilizados con las superficies mecanizadas. Las cofias fueron cementadas con óxido de zinc eugenol, oxifosfato de zinc (Harvard), ionómero de vidrio (Ketac Cem), policarboxilato de zinc (Durelon) y resina autoadhesiva (RelyX Unicem). Concluyeron que utilizando un mismo cemento, no existe influencia estadísticamente significativa con respecto al tipo de restauración (corona individual o prótesis parcial fija); además, el fosfato de zinc y el cemento de ionómero de vidrio mostraron características

adecuadas para la llamada cementación "semipermanente", mientras que el policarboxilato evidenció ser la mejor opción para una cementación permanente.

Sheets y col.²³ evaluaron la retención de los cementos dentales en prótesis sobre implantes cementados. Utilizaron 10 análogos de implante que fueron incorporados en los discos de acero inoxidable. No se modificaron los pilares y se ajustaron a 30 N/cm. Los cementos utilizados fueron: Temp Bond, UltraTemp, Ketac Cem Aplicap, y Fuji. Cada muestra fue sometida a una prueba de tracción utilizando una máquina universal de ensayos Instron a una velocidad de cruceta 5,0 mm / min. Concluyeron que dentro de las limitaciones de este estudio *in vitro*, no se sugiere que cemento es mejor que otro para retener coronas cementadas a pilares de los implantes o que un valor umbral debe llevarse a cabo para asegurar la retención. La clasificación de los cementos presentados pretende ser una guía discrecional para el clínico para determinar la cuantía de la retención deseada entre pilares de los implantes.

Wahl y col.²⁴ evaluaron la resistencia a la tracción uniaxial de pilares Ceraone después de réplicas de ciclos. Utilizaron cuatro tipos de cementos (n = 10). Un cemento de fosfato de zinc (Fosfato de Zinc ® / SSW), cemento de ionómero de vidrio modificado con resina (RelyX 3M ESPE), cemento de óxido de zinc-eugenol (ZOE / SSW) y un cemento de óxido de zinc sin eugenol (TempBond NE / Kerr). Después de la cementación, las muestras fueron sometidas a ciclos térmicos (1.000 ciclos, 5 ° C ± 2 ° a 55 ° C ± 2 °) durante 30 segundos en cada baño. A continuación, las muestras fueron sometidas a la prueba de tracción en una máquina universal Instron a (0,5 mm / min). Por lo tanto, concluyeron que los cementos permanentes presentaron mayor resistencia a la tracción, y el cemento temporal podría ser utilizado en situaciones que requieran la reversibilidad y la remoción de la cementación de las prótesis sobre implante.

Mayta-Tovalino y col.⁷ evaluaron la resistencia a la tracción de cofias coladas sobre pilares; cementados con tres tipos de agente cementante. Utilizaron 36 pilares divididos en dos grupos (n = 18). Grupos: a) Cofias coladas con pilares ceraone y b) Cofias coladas con pilares de 5,5 mm de altura. En ambos grupos las cofias fueron cementadas con óxido de zinc sin eugenol, con ionómero de vidrio y con fosfato de zinc. Se realizaron bucles de cera con 3mm de diámetro que se añadieron a la superficie oclusal para permitir los ensayos de tracción, las cofias fueron fundidas en aleación de cromo-cobalto mediante la técnica de la cera perdida. Posteriormente fueron arenadas con partículas de óxido de aluminio de 50 μ m y se limpiaron con acetona para evitar irregularidades. Una vez listas, las cofias fueron cementadas con una carga de 5 kg durante 10 minutos. Posteriormente, se utilizó la máquina de ensayo universal (Tensometer UK by Monsanto) a una velocidad de 5 mm / min para dar lugar al desprendimiento. Se evaluaron los efectos del cemento y el tipo de pilar usando las medias y desviaciones estándar de las cargas, se analizaron por ANOVA y la prueba de Tukey y se estableció un nivel de significancia estadística de $p < 0,05$. Los pilares con altura de 5,5 mm tuvieron una mayor resistencia a la tracción con una media de 84.60N ($\pm 8,82$), mientras que los pilares ceraone tuvieron un promedio de 36.09N ($\pm 11,66$) cementados con óxido de zinc siendo estadísticamente significativa ($p < 0,001$). Concluyeron que el tipo de cemento y el pilar pueden influir significativamente sobre la retención de coronas implanto soportadas. Los resultados no sugieren que un tipo de cemento es mejor que otro, sino que proporcionan una posible clasificación de orden en la capacidad de retención. El fosfato de zinc mostró una mayor retención, mientras que el óxido de zinc libre de eugenol mostró la retención más baja.

3.2 Bases Teóricas

Resistencia a la Tracción

El ensayo de tracción de un material consiste en someter a una probeta normalizada a un esfuerzo axial de tracción creciente hasta que se produce la rotura de la probeta. Este ensayo mide la resistencia de un material a una fuerza estática o aplicada lentamente; las velocidades de deformación en un ensayo de tensión suelen ser muy pequeñas.³² Las fuerzas externas pueden actuar sobre un cuerpo en diversas direcciones y esto permite separarlas en tres tipos principales: A) Compresiva; es una carga constituida por dos fuerzas de igual dirección, tendiendo a disminuir la longitud del cuerpo. Puede generar deformación o fractura de una estructura. La fuerza que se opone a esta deformación se denomina resistencia compresiva. B) Traccional; las dos fuerzas tienen la misma dirección, en sentido opuesto, tendiendo a aumentar la longitud de una estructura o fracturarla. La fuerza que se opone a esta deformación se denomina resistencia traccional. C) Cizallamiento; fuerzas en sentido contrario en dirección próxima o paralela, tendiendo a producir el desplazamiento de un sector del cuerpo con respecto del otro, es decir, un corte. La fuerza que se opone a esta deformación se llama resistencia al corte o tangencial.³²

La prueba de resistencia a la tracción de una material se realiza utilizando una máquina de ensayo universal que va asociado a una computadora, la cual registra los valores de la fuerza utilizada durante el ensayo a cada espécimen y nos proporciona resultados numéricos medidos en Newtons

Agentes cementantes

Ionómero de vidrio

En 1969, un nuevo cemento traslúcido fue desarrollado por Wilson y Kent ²⁵ basado en la reacción ácido -base entre polvo de vidrio de aluminio silicato y una solución acuosa de polímeros y copolímeros de ácido acrílico, incluyendo, ácido maleico y tricarboxílico. Este cemento recibió el nombre del cemento de ionómero de vidrio.

Según su Formulación y mecanismo de fraguado, los ionómeros de vidrio se pueden clasificar en:

Cemento de ionómero de vidrio convencional

Están constituidos por un polvo que es un cristal de fluoraluminosilicato y por un líquido que es el ácido poliacrílico. Endurecen solamente mediante una reacción ácido-base, el fraguado es por tanto solo químico, no se activan por luz y siempre se utilizan previa mezcla de los dos componentes.

Este cemento de ionómero de vidrio ha sido definido por McLean, Nicholson y Wilson como el cemento "Que consta de un vidrio de base y un polímero ácido que se establece por un ácido" ²⁶. La palabra "Ionómero" fue acuñado por la empresa Dupont para describir su gama de polímeros que contienen una pequeña proporción de grupos ionizados o ionizables, generalmente del orden de 5-10 %. Este cemento posee ventajas del cemento de silicato (Translucidez y liberación de flúor) y del cemento policarboxilato (Adherencia a la estructura dental). El contenido de fluoruro en el polvo oscila entre 10 y 23%, por lo que tiene un potencial anticaries.

La principal preocupación con este cemento es su sensibilidad a la temprana contaminación de la humedad y la desecación que compromete la integridad del material. La absorción de agua durante la etapa de ajuste inicial conduce a un deterioro del cemento, pérdida de translucidez y disminuye significativamente la dureza final de los cementos de ionómero de vidrio y fosfato de zinc²⁷. Al mismo

tiempo, cuando un cemento recién mezclado es expuesto al ambiente sin ningún revestimiento protector se da lugar al fallo de cohesión y de la formación de microgrietas. Además, cuando el exceso de cemento extruido alrededor de los márgenes se ha vuelto pastosa, cubriéndolo impide que la deshidratación se produzca²⁸. Por ende, se debe evitar el exceso de desecación, ya que aumenta la incidencia de sensibilidad post-operatoria. El ionómero de vidrio no madura completamente hasta las 24-72 horas después de la colocación (La carga inicial de la restauración cementada se debe evitar), pero cuando se ajusta plenamente muestra una mayor resistencia a disolución. Se ha sugerido que pequeñas cantidades de cemento deben ser colocadas en la corona para evitar la acumulación de la presión hidrostática debido al exceso de cemento²⁹.

❖ Ventajas^{29,30}

- Enlace químico, liberación de flúor sostenido y capacidad de absorción de fluoruro desde el ambiente oral (fluoruro de recarga) hace que sea el cemento de elección en pacientes con alto índice de caries.
- Coeficiente de dilatación térmica similar al diente
- Translúcido, se puede utilizar con las coronas de porcelana
- Resistencia adecuada a la disolución, espesor de película adecuado y mantiene una baja viscosidad constante poco tiempo después de la mezcla.

❖ Desventajas^{29,30}:

- El ajuste inicial es lento y tienen alta sensibilidad a la temprana contaminación de la humedad y la desecación.
- El módulo de elasticidad es menor que el fosfato de zinc, por lo que tiene un potencial de deformación elástica en las zonas de alto estrés masticatorio
- Tiene un pH inicial bajo que se asocia con sensibilidad post cementación.
- Insuficiente resistencia al desgaste

Cemento de ionómero de vidrio modificado con resina

Este cemento se introdujo en la década de 1990 con el objetivo de combinar algunas de las propiedades deseables de los cementos de ionómero de vidrio (fluoruro de liberación y adhesión química) con las cualidades de la resina (alta fuerza y baja solubilidad)³¹. El polvo es el mismo, pero el líquido está constituido por ácido policarboxílico con grupos acrílicos unidos a él, y la reacción de fraguado puede ser complementada con una reacción de fotopolimerización dependiendo de las indicaciones del fabricante. Esta reacción acrílica puede no darse, de manera que el material es capaz de fraguar en condiciones de oscuridad, aunque de manera más lenta. También se mejoró la resistencia al desgaste. Se presenta en forma de polvo / líquido, de forma encapsulada o como un sistema de dos pastas (GC América , 3M ESPE).

En el caso del Cemento RelyX Luting 2 (3M ESPE), está compuesto de dos pastas separadas, las cuales se dispensan a través del exclusivo Dispensador Clicker™ en proporción de volumen 1:1. La Pasta A del cemento de RelyX Luting 2 está compuesta por vidrio fluoroaluminosilicato radio-opaco (vidrio FAS), agente opacificador, HEMA, agua y un agente reductor exclusivo que permite el fraguado de metacrilato con auto-curado y una ayuda de dispersión. La Pasta B de cemento RelyX Luting 2 está compuesta de un relleno de sílice de zirconio no reactivo, ácido policarboxílico metacrilatado, HEMA, BisGMA, agua y persulfato de potasio.

❖ Ventajas ³³

- La resistencia a la compresión, a la tracción diametral y a la flexión mejoraron drásticamente en comparación al fosfato de zinc, policarboxilato y ionómero de vidrio, pero se mantiene inferior a las resinas compuestas ³².

- Es menos sensible a la contaminación por humedad y principios de desecación durante el ajuste y es menos soluble que el cemento de ionómero de vidrio debido a la reticulación covalente de la sal de poliacrilato de polimerización por radicales libres³⁴.
- Fácil manipulación y utilización
- Espesor adecuadamente bajo película
- Liberación de flúor similar al ionómero de vidrio convencional³⁵
- La polimerización no se ve afectada significativamente por el eugenol que contienen los materiales provisionales, siempre que el cemento provisional sea eliminado por completo mediante una adecuada profilaxis³⁶.
- La sensibilidad postoperatoria es mínima.
- Tiene alta resistencia a la unión a la dentina húmeda (14 MPa)

❖ Desventajas³⁷:

- Contracción debido al componente de ionómero de vidrio. Esto puede crear fracturas por estrés en el cemento expuesto.
- Aunque es poco frecuente, puede provocar una reacción alérgica debido al monómero libre. Por lo tanto, adoptar las precauciones necesarias durante la mezcla.

Según sus indicaciones, los ionómeros de vidrio se pueden clasificar en:

- **Tipo I:** Los llamados ionómeros de cementación definitiva (Luting, por su definición en inglés) que se utilizan para fijar prótesis y aditamentos en rehabilitación oral, ortodoncia, etc.
- **Tipo II:** Ionómero de vidrio de restauración (Restorative, por su definición en inglés) los cuales son utilizados para carielogía y obturaciones de cavidades.

- **Tipo III:** Ionómeros de vidrio de recubrimiento (Liner, según su definición en inglés) los cuáles están indicados para ser utilizados como base o forro cavitario.

- **Tipo IV:** Son aquellos ionómeros de vidrio utilizados para la reconstrucción de muñones.

3.3. Definición de términos básicos

Implante Dental

Son artefactos modernamente confeccionados en titanio, que son introducidos a presión o rosqueados dentro del hueso de los maxilares, (superior o inferior) en lugar del diente natural perdido; con el objetivo de soportar una prótesis dental, reponiendo el o los elementos perdidos.

Pilar de implante

Es la porción del implante que sostiene la prótesis. Según el método por el que se sujete la prótesis al implante, distinguimos tres tipos de pilares:

- A) Pilar para atornillado, el cual emplea un tornillo o rosca para fijar la prótesis. Dentro de esta categoría tenemos por ejemplo a los pilares de tipo Microunit y Estheticone.
- B) Pilar para cementado, en el que la prótesis se une al pilar mediante cementos dentales, comportándose como un muñón al que va unido una corona, un puente, o una sobredentadura. En esta categoría tenemos a los pilares Ceraone, por ejemplo.
- C) Pilar para retenedor, que consta de un sistema de anclaje que soportará una prótesis removible, que el paciente podrá colocar y retirar manualmente. Con estas características tenemos a los pilares O'ring

Análogo de Pilar

Es una réplica de trabajo del pilar implantológico, la cual viene anexada a una extensión que hace la función del implante dental y que va a posicionarse dentro del modelo de yeso. Este aditamento es utilizado en la técnica de impresión indirecta para la elaboración de prótesis implanto soportada.

Cilindro colado

Es el soporte metálico para la futura prótesis implanto soportada metal-cerámica. El cilindro colado se confecciona a partir de un cilindro calcinable que viene con medidas y dimensiones de fábrica de acuerdo a nuestra necesidad y al cual se le realizan las modificaciones anatómicas dependiendo del caso de cada paciente, para luego ser sometido al proceso de colado en el laboratorio y así obtener la estructura en metal.

3.4. Hipótesis

Los cilindros colados cementados al análogo de pilar de implante con cemento de ionómero de vidrio modificado con resina RelyX™ Luting 2 tienen mayor resistencia a la tracción que los cilindros cementados con los ionómeros de cementación Ketac Cem™ Easy Mix y GC Fuji I.

3.5 Variables

- Variable independiente: Tipo de Ionómero de vidrio de cementación
- Variable dependiente: Resistencia a la tracción de los cilindros colados a análogos de pilar de implante

3.6 Operacionalización de las variables

Variables	Definición Operacional	Indicadores	Tipo	Escala de medición	Valores
Resistencia a la tracción de cilindros colados cementados a análogos de pilar de implante	Cantidad numérica necesaria para lograr el desprendimiento del cilindro	Fuerza medida en Newtons	Cuantitativo	De razón	Valores numéricos expresados en Newtons
Tipo de ionómero de vidrio de cementación	Cemento de ionómero de vidrio asignado	<ul style="list-style-type: none"> - Cemento de ionómero de vidrio modificado con resina - Ionómero de vidrio de cementación 1 - Ionómero de vidrio de cementación 2 	Cualitativo	Nominal	<ul style="list-style-type: none"> - Cemento de ionómero modificado con resina RelyX™ Luting 2 - Ionómero de vidrio de cementación Ketac Cem™ Easy Mix - Ionómero de vidrio de cementación GC Fuji I

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Recursos Materiales

Aditamento protésico - implantológico

- 18 Cilindros de plástico calcinable para pilar Ceraone de la serie i-fix® según el catálogo de productos de la casa de implantes dentales Titaniumfix® 2010.
- 18 Análogos de pilar de implante Ceraone con plataforma circular de la serie i-fix® según el catálogo de productos de la casa de implantes Titaniumfix® 2010.

Maquinaria

- Máquina de ensayo universal zwickiLine by Zwick/Roell

Materiales de laboratorio

- Mechero Bunsen
- Cera para incrustación
- Talladores PKT
- Acrílico autopolimerizable transparente
- Calibrador Vernier

Agentes cementantes

- Ionómero de vidrio de cementación Ketac Cem™ Easy mix
- Ionómero de vidrio de cementación GC Fuji I
- Cemento de ionómero de vidrio modificado con resina RelyX™ Luting 2

4.2 Tipo de Estudio

Según el problema propuesto y los objetivos planteados, el tipo de investigación que se realizó fue un estudio experimental, prospectivo y transversal.

EXPERIMENTAL

- Porque se produjo la introducción y manipulación del factor causal para la determinación posterior del efecto.

PROSPECTIVO

- La información se registró a medida que ocurrió el fenómeno.

TRANSVERSAL

- Debido a que se estudiaron las variables simultáneamente en determinado momento.

4.3 Población

La población estuvo conformada por análogos de pilar de implante Ceraone, de plataforma circular, 4.8mm de diámetro y 12mm de altura total (i-fix by Titaniumfix) y cilindros colados en cr-co confeccionados a partir de cilindros plásticos calcinables para pilar Ceraone de plataforma circular, 4.8mm de diámetro y 5.1mm de altura.

4.4 Unidad de Análisis

La unidad de análisis para el presente estudio estuvo conformada por un análogo de pilar de implante Ceraone de plataforma circular, 4.8mm de diámetro y 12mm de altura total, sobre el cual se cementó un cilindro colado para pilar Ceraone de plataforma circular, 4.8mm de diámetro y 5.1mm de altura total.

4.5 Muestra

La muestra estuvo compuesta por 18 especímenes. Se obtuvieron las muestras de manera criterial y de forma no probabilística. El proceso de selección de las muestras para cada grupo fue aleatorio. El tamaño de muestra fue determinado por conveniencia colocando 6 especímenes por grupo para obtener resultados significativos.

Grupos experimentales

- Grupo 1: Análogos de pilar de implante con cilindros colados cementados con ionómero de vidrio de cementación Ketac Cem™ Easy Mix.

- Grupo 2: Análogos de pilar de implante con cilindros colados cementados con ionómero de vidrio de cementación GC Fuji I.
- Grupo 3: Análogos de pilar de implante con cilindros colados cementados con cemento de ionómero de vidrio modificado con resina RelyX™ Luting 2.

4.6 Procedimientos y técnicas

Se utilizó el método de la observación y se procedió a realizar lo siguiente:

Elaboración de los especímenes

- Obtención de los aditamentos protésicos

Se obtuvieron los análogos de pilar de implante Ceraone de plataforma circular, 4.8mm de diámetro y 12mm de altura total, así como también los cilindros plásticos calcinables para pilar Ceraone de plataforma circular, 4.8mm de diámetro y 5.1mm de altura total, ambos de la serie i-fix® según el catálogo de productos de la casa de implantes dentales Titaniumfix® 2010. Decidimos utilizar pilares Ceraone debido a que éstos son los indicados según el fabricante para la confección de prótesis cementada.

- Preparación y adaptación de los aditamentos protésicos

En el primer paso se procedió a montar cada análogo de pilar de implante Ceraone en un bloque de resina acrílica autopolimerizable que tuvo un diámetro de 1 pulgada. Esto se hizo con el fin de facilitar la sujeción del espécimen en la máquina de ensayo universal al momento de realizar la prueba de tracción. (Fig. 1)



Fig. 1 Análogos de pilar de implante Ceraone y análogo de pilar de implante Ceraone montado en bloque de resina acrílica

Posteriormente, adaptamos nuestros cilindros calcinables, a los cuales se les añadió un bucle de cera a la superficie oclusal para facilitar la sujeción en la prueba de tracción posterior. Todos los cilindros calcinables fueron invertidos y fundidos en una aleación de metales comunes y convencionales utilizados en prótesis fija sobre implantes (cobalto-cromo). Además, los pilares fueron adaptados con cera para lograr el ajuste pasivo. Después se utilizó vapor para la limpieza de la cera en las piezas fundidas. (Fig. 2)



Fig. 2 Cilindro calcinable plástico y colado, adaptado para la posterior prueba de tracción

Cementación de los cilindros colados a los análogos de pilar de implante

Los agentes de cementación se mezclaron siguiendo las instrucciones de cada fabricante. Iniciamos con el ionómero de vidrio de cementación Ketac Cem™ Easy Mix, el cual se utilizó en una proporción de 3.8 : 1 lo cual fue equivalente a 1 cucharada medidora completa al ras con 2 gotas de líquido, vertimos estos componentes sobre el block para mezcla y luego se procedió a la preparación de forma homogénea con una espátula plástica, y se cargó la mezcla dentro del cilindro colado para su cementación sobre el análogo de pilar respectivo. Repetimos ese proceso con cada uno de los 6 especímenes del primer grupo. Luego procedimos con el ionómero de vidrio de cementación GC Fuji I, el cual se utilizó en una proporción de 1.8 : 1 lo cual fue equivalente a 1 cucharada medidora al ras con 2 gotas de líquido, los cuales se vertieron sobre un block de mezcla; donde luego se procedió a la preparación con una espátula plástica de manera uniforme durante 20 segundos, luego de los cuales vertimos la mezcla dentro del cilindro colado para su cementación sobre el análogo de pilar correspondiente. Repetimos esta acción con cada uno de los 6 especímenes que conformaron el segundo grupo. Finalmente con el cemento de ionómero de vidrio modificado con resina RelyX™ Luting 2, se realizó la mezcla haciendo un click en el dispensador sobre el block; obteniéndose 2 cantidades iguales de pasta, las cuales procedimos a mezclar de manera uniforme con una espátula de plástico. A continuación se cargó la mezcla dentro del cilindro colado y se cementó sobre el análogo de pilar correspondiente. Repetimos esta acción con cada uno de los 6 especímenes que conformaron el tercer grupo. (Fig. 3, 4, 5 y 6)

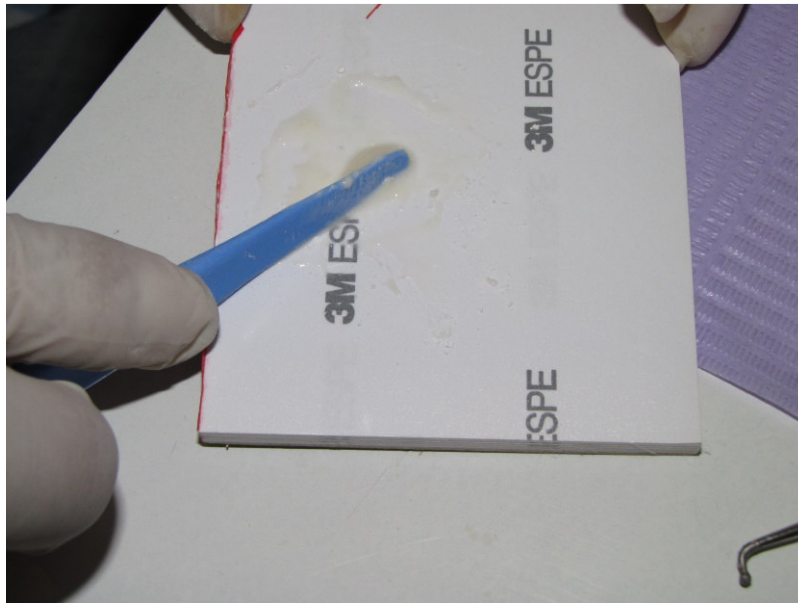


Fig. 3 Proceso de mezcla del Ionómero de vidrio de cementación



Fig. 4 Cementación del cilindro colado sobre el análogo de pilar de implante



Fig. 5 Espécimen cementado y listo para la posterior prueba de tracción



Fig. 6 Tamaño de cada grupo experimental: 6 especímenes

Prueba de tracción

La prueba se realizó utilizando tracción uniaxial. La fuerza se aplicó a todos los cilindros colados cementados sobre los análogos de pilar. Para la prueba se utilizó la máquina de ensayo universal (zwickiLine by Zwick/Roell, en el Laboratorio de Materiales de la Pontificia Universidad Católica del Perú), con una velocidad de la cruceta de 0,5 mm / min hasta que se produjo el fracaso del cemento. La carga que fue necesaria para desalojar cada cilindro del pilar fue registrada en Newtons. (Fig. 7, 8 y 9)



Fig. 7 Laboratorio de materiales de la PUCP



Fig. 8 Máquina de ensayo universal: zwickiLine by Zwick/Roell

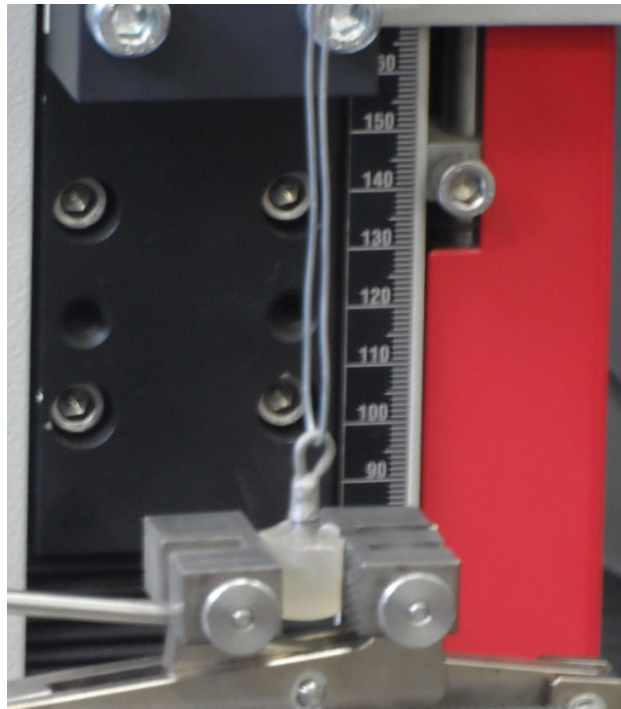


Fig. 9 Espécimen colocado en la máquina de ensayo universal listo para la prueba de tracción

Registro de la información

Los datos fueron registrados mediante el uso de una ficha de recolección de datos en la cual se detallaron cada uno de los 3 grupos y se colocaron los especímenes pertenecientes en cada grupo enumerados del 1 al 6. En la columna contigua correspondiente se registró el valor en Newtons de la fuerza que fue necesaria para realizar el desprendimiento del cilindro colado del pilar, luego de realizar la respectiva prueba utilizando fuerza por tracción. **(Anexo 1 y 2).**

4.7 Procesamiento de datos y análisis de resultados

Los datos fueron procesados y analizados con el Software STATA v°12.

Para el análisis univariado, se procedió a obtener la estadística descriptiva (media y desviación estándar) de las variables en estudio, registradas en una tabla de frecuencia.

Además, se determinó que la muestra tuvo distribución normal mediante la prueba de Shapiro-Wilk.

Para el análisis multivariado se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis al presentarse distribución normal.

V. RESULTADOS

En este capítulo se muestran los principales resultados obtenidos en la prueba realizada en el laboratorio de materiales de la Pontificia Universidad Católica del Perú, donde se realizó la prueba de tracción a los 18 especímenes que conformaron la muestra

TABLA N° 1

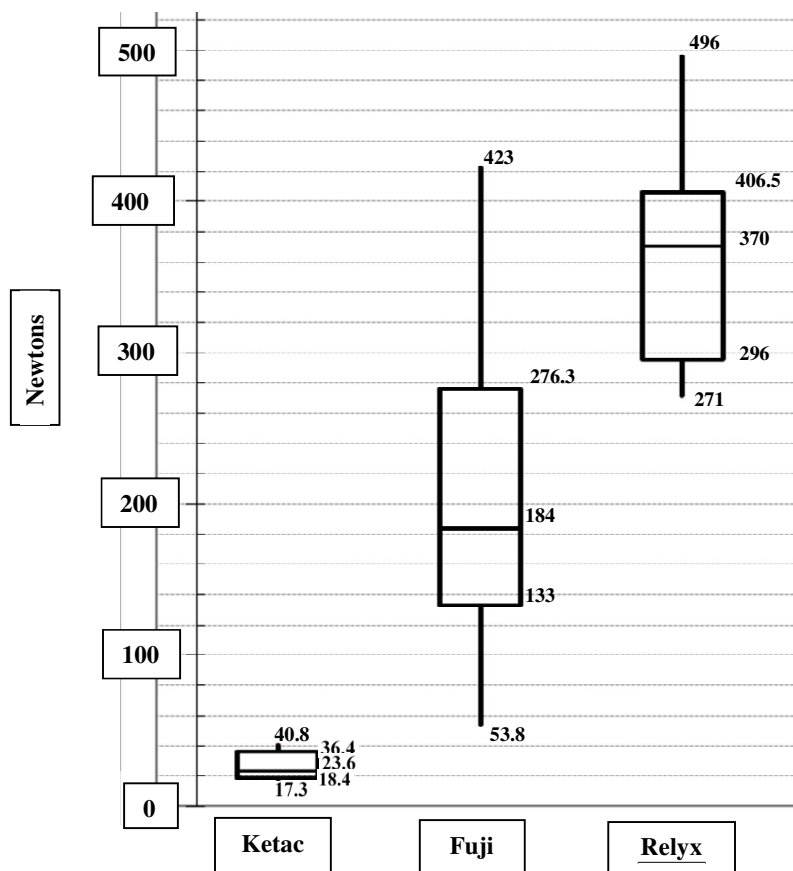
LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN EN NEWTONS DE CILINDROS COLADOS CEMENTADOS A ANALOGOS DE PILAR DE IMPLANTE CON TRES TIPOS DE IONOMERO DE VIDRIO

Grupo	\bar{X}	Mediana	DS	Mínimo	Máximo
Ketac cem	27.1	23.6	10.67	17.3	40.8
Relyx	366.16	370	85.73	271	496
Fuji	211.3	184	132.93	53.8	423

Al evaluar la resistencia a la tracción en Newtons de cilindros colados cementados a análogos de pilar de implante utilizando 3 tipos de ionómeros de vidrio se observó que el grupo cementado con ionómero de vidrio de cementación Ketac Cem™ Easy Mix tuvo una media de 27.1 ± 10.67 con un mínimo de 17.3 y un máximo de 40.8. Así también se pudo observar que el grupo cementado con cemento de ionómero de vidrio modificado con resina RelyX™ Luting 2 presentó una media de 366.16 ± 85.73 con un mínimo de 271 y un máximo de 496. Finalmente el grupo cementado con ionómero de vidrio de cementación GC Fuji I obtuvo una media de 211.3 ± 132.93 teniendo un mínimo de 53.8 y un máximo de 423. (Ver tabla N°1)

GRÁFICO N°1

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN EN NEWTONS DE CILINDROS COLADOS CEMENTADOS A ANÁLOGOS DE PILAR DE IMPLANTE CON TRES TIPOS DE IONÓMERO DE VIDRIO



Tipo de ionómero	Mínimo	Q1 (Primer cuartil)	Mediana	Q3 (Tercer cuartil)	Máximo
Ketac	17.3	18.4	23.6	36.4	40.8
Fuji	53.8	133	184	276.3	423
Relyx	271	296	370	406.5	496

Al comparar los diagramas de caja y bigotes correspondientes a los resultados obtenidos en los 3 grupos de estudio, se apreció que en ninguno de los 3 existió una distribución simétrica de los valores obtenidos, debido a que la mediana no se encontró en la mitad de la caja en ninguno de los diagramas. También se pudo observar que no existieron valores atípicos para ninguno de los 3 grupos, dado que los valores mínimos y máximos en todos los casos, se encontraron dentro de los límites superior e inferior. (Ver gráfico N° 1)

TABLA N°2

**EVALUACIÓN DE LA NORMALIDAD DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN EN
NEWTONS DE CILINDROS COLADOS CEMENTADOS A ANÁLOGOS DE PILAR
DE IMPLANTES CON TRES TIPOS DE IONÓMERO DE VIDRIO**

Grupo	\bar{X}	Mediana	DS	Mínimo	Máximo	Normalidad ^(*)
Ketac cem	27.1	23.6	10.67	17.3	40.8	0.111
Relyx	366.16	370	85.73	271	496	0.660
Fuji	211.3	184	132.93	53.8	423	0.780

(*)Prueba de Shapiro-Wilk

Nivel de significancia $p > 0.05$

Al evaluar la Normalidad de la resistencia a la tracción de cilindros colados cementados a análogos de pilar de implante con tres tipos de ionómero de vidrio, utilizando la prueba de Shapiro-Wilk, se obtuvo que el grupo cementado con ionómero de vidrio de cementación Ketac Cem™ Easy Mix tuvo una Normalidad de 0.111. Así mismo se observó que el grupo cementado con cemento de ionómero de vidrio modificado con resina RelyX™ Luting 2 presentó una normalidad de 0.660. Por último, el grupo cementado con ionómero de vidrio de cementación GC Fuji I obtuvo una Normalidad de 0.780. Los resultados nos muestran que en los 3 grupos se presentó una distribución normal. (Ver tabla N° 2)

TABLA N°3

COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN EN NEWTONS DE

CILINDROS COLADOS CEMENTADOS A ANÁLOGOS DE PILAR DE IMPLANTE

DE LOS TRES TIPOS DE IONÓMERO DE VIDRIO.

Grupo	\bar{X}	Mediana	DS	p ^(*)
Ketac cem	27.1	23.6	10.67	0.164
Relyx	366.16	370	85.73	
Fuji	211.3	184	132.93	

(*) Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis

Nivel de significancia $p < 0.05$

Al comparar in vitro la resistencia a la tracción de cilindros colados cementados a análogos de pilar de implante de los tres tipos de ionómero utilizando la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis se obtuvo el valor probabilidad de 0.164, lo cual nos indica que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre los tres tipos de cemento de ionómero. (Ver tabla N°3)

VI. DISCUSIONES

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo comparar in vitro la resistencia a la tracción de cilindros colados cementados a análogos de pilar de implante, utilizando ionómero de vidrio de cementación Ketac Cem™ Easy Mix, cemento de ionómero de vidrio modificado con resina RelyX™ Luting 2 y ionómero de vidrio de cementación GC Fuji I.

La utilización de un cemento definitivo durante la instalación de una prótesis sobre implante cementada es imprescindible, independientemente del tipo de cemento utilizado. Sirve como fijador mediante la adherencia entre la superficie externa del pilar y la superficie interna de la prótesis, logrando así una retención adecuada y duradera. El uso de un cemento que rellene el espacio existente entre el pilar y la prótesis, es también de suma importancia en la rehabilitación oral sobre implantes y su empleo no es opcional.

El cemento para la fijación definitiva ideal no ha sido aún estudiado en nuestro medio, pero en la mayoría de protocolos de cementación se opta por utilizar los cementos de ionómero de vidrio. Posiblemente esta sea la razón por la cual la elección del cemento de ionómero de vidrio a utilizar por parte de los odontólogos en el Perú se viene basando sobre todo en su experiencia personal y no en base a un estudio comparativo sobre las cualidades y desventajas de los mismos. Es por ello que en algunos casos se produce el fracaso del cemento, con el consiguiente desprendimiento de la corona tiempo después de haber sido instalada la prótesis.

Algunos estudios de investigación han evaluado la retención de las prótesis cementadas sobre pilares de implantes dentales, utilizando diversos agentes de cementación, tanto aquellos considerados como cementos temporales como también los cementos catalogados como definitivos. Casi la totalidad de los estudios realizados hasta ahora se desarrollaron in vitro, siendo esta una de las limitaciones principales de los mismos, así como también el hecho de que se utilizaron tamaños de muestra

variables. En todos los casos se utilizó una máquina de ensayo universal al momento de realizar las pruebas de tracción correspondientes.

En las investigaciones realizadas por Mansour y col.¹⁷, Akashi y col.¹⁸, Maeyama y col.¹⁹, se evaluaron la resistencia a la tracción de cilindros metálicos cementados a pilares implantológicos, utilizando diversos cementos entre temporales y definitivos, siendo estos últimos similares a los investigados en este trabajo. Cabe mencionar que ellos emplearon entre 8 y 16 especímenes en total en sus estudios, tamaño de muestra similar a la del presente estudio, en el cual empleamos 18 especímenes.

Los cementos utilizados en estos estudios fueron de presentación polvo-líquido y pasta-pasta. Para evaluar la resistencia a la fuerza por tracción se utilizaron las máquinas de ensayo universal Instron y Kratus. En el presente estudio, se decidió utilizar solo cementos definitivos y que contengan ionómero de vidrio, pero de ambas presentaciones (polvo-líquido y pasta-pasta), debido a que son los de primera elección en los protocolos de cementación definitiva de prótesis sobre implante en el Perú. Para la prueba de tracción correspondiente de la presente investigación se utilizó la máquina de ensayo universal zwickiLine by Zwick/Roell.

En el presente estudio se utilizaron 2 cementos de ionómero de vidrio en presentación polvo-líquido (Ketac Cem™ Easy Mix y GC Fuji I) y un cemento de ionómero de vidrio modificado con resina en presentación pasta-pasta (RelyX™ Luting 2), debido a que actualmente son los tres cementos con mayor incidencia de uso en el Perú y son de fácil acceso para el odontólogo.

Según Wolfart y col.²⁰, no existe reducción en la retención de las coronas cementadas si se utiliza la técnica de cementación con recubrimiento parcial (colocar cemento en una cantidad que abarque la mitad del interior de la corona). Esta técnica fue la que se empleó en el presente estudio, debido a que permitió un mejor manejo de los aditamentos al existir una menor cantidad de exceso de cemento luego de realizar la fijación de los cilindros sobre los análogos de pilar.

Dudley y col.²¹ determinó que el cemento Panavia F obtuvo un valor estadísticamente significativo mayor frente al cemento Ketac Cem™ Easy Mix luego de realizar la prueba de tracción utilizando especímenes cementados con 3 tipos de cemento y que fueron sometidos a diversas pruebas de humedad, termociclado y cargas cíclicas de compresión. Cabe mencionar que para su estudio Dudley utilizó pilares synOcta de titanio. Los resultados concuerdan con el resultado obtenido en el presente estudio, donde los cementos RelyX™ Luting 2 y GC Fuji I obtuvieron valores notoriamente mayores frente al Ketac Cem™ Easy Mix, pero con la diferencia metodológica de que en este caso se utilizaron análogos de pilar Ceraone y no se sometieron los especímenes cementados a ningún tipo de prueba física o química previo a la prueba de tracción.

En los resultados del presente estudio se puede evidenciar que los valores en Newtons necesarios para lograr el fracaso del cemento obtenidos entre los especímenes de un mismo grupo (cementados con el mismo ionómero) no presentaron gran variación, lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Mehl y col.²², quien evaluó la influencia de 5 tipos de cementos utilizando 40 cofias, las cuales dividió en 2 grupos de 20: Un grupo donde las cofias fueron modeladas como coronas individuales y un segundo grupo donde las cofias fueron modeladas como prótesis parciales fijas. Además, utilizó 2 técnicas de aplicación del cemento. Su conclusión fue que con un mismo cemento, no hubo influencia estadísticamente significativa entre ambos grupos al momento de obtener los resultados de la máquina de ensayo universal, tomando en cuenta la técnica de aplicación de cemento y el modelado de las cofias.

Sheets y col.²³ Realizaron un estudio in vitro para evaluar la resistencia de los cementos dentales en prótesis sobre implante. Determinaron que dentro de las limitaciones del tipo de estudio, no pueden asegurar cuál de los cementos es mejor al momento de la retención, es por esta razón que brindaron una clasificación que sirve como guía discrecional para el clínico. Con los resultados obtenidos en esta

investigación, la cual tuvo las mismas limitaciones, por ser también un estudio in vitro, no se puede sentenciar que cemento de ionómero es mejor que otro al momento de la retención de los cilindros colados, debido a que en un medio real como es la cavidad oral de un paciente están presentes muchos otros factores físicos y químicos que actúan sobre la prótesis, pero puede brindarse una guía para que el odontólogo determine la cuantía de la retención deseada entre las coronas cementadas a los pilares de los implantes al momento de la práctica clínica.

Los resultados obtenidos por Whal y col.²⁴, quien utilizó pilares Ceraone y 4 tipos de cemento (temporales y definitivos), con 10 especímenes por grupo, para luego someter los mismos a ciclos térmicos y realizar la posterior prueba de tracción utilizando un máquina de ensayo universal (Instron), fueron que los cementos definitivos presentaron mayor resistencia a la prueba de tracción. Uno de los cementos que utilizó fue el cemento de ionómero de vidrio modificado con resina, similar al que se utilizó en uno de los grupos de estudio de la presente investigación (RelyX™ Luting 2) y el cual mostró en nuestro caso, el mejor desempeño al realizar la prueba de tracción correspondiente con la máquina de ensayo universal (zwickiLine by Zwick/Roell), manteniendo un valor similar en cada uno de los 6 especímenes que conformaban este grupo. Cabe recordar que en el presente estudio se utilizaron también pilares Ceraone.

Los resultados de la presente investigación nos muestran que no existe una diferencia estadísticamente significativa al medir la fuerza necesaria para producirse el fracaso del cemento entre los 3 cementos utilizados, esto evidenciado en los valores obtenidos luego de realizar la prueba de resistencia a la tracción en cada uno de los grupos de estudio, siendo el cemento de ionómero de vidrio modificado con resina RelyX™ Luting 2 el cemento que presentó un mejor desempeño y resultados a las pruebas realizadas. En segundo lugar tenemos al ionómero de vidrio de cementación GC Fuji I, el cual demostró un notable desempeño, con valores medios solo ligeramente menores que los del primer cemento mencionado. Finalmente el grupo en el que se

utilizó el ionómero de vidrio de cementación Ketac Cem™ Easy Mix obtuvo los valores más bajos al realizarse la prueba de tracción correspondiente, demostrando que su capacidad retentiva es menor a la de los otros 2 cementos utilizados en esta investigación. No obstante no podemos sentenciar que ionómero es mejor que el otro, debido a que en una situación real existen muchos otros factores presentes dentro de la cavidad oral que intervienen en el desempeño del cemento utilizado al instalar una prótesis fija. Tomando éstas limitaciones del estudio, lo que hicimos fue proporcionar una posible clasificación de orden en la capacidad de retención mostrada por los ionómeros utilizados, para que pueda ser usada como referencia al momento de elegir un cemento definitivo para la instalación de una prótesis fija sobre implante. Este resultado puede compararse con el obtenido por Mayta-Tovalino y col⁷, quien utilizando una metodología y tamaño de muestra similar al de esta investigación, sí obtuvo resultados estadísticamente significativos para las variables que utilizó, sí determinó que el tipo de pilar y el tipo de cemento pueden influir significativamente sobre la retención de coronas implantosoportadas. No obstante, él tampoco sentenció que tipo de cemento de los que utilizó es mejor que otro, sino que proporcionó también una posible clasificación basada en la capacidad retentiva de los mismos.

VII. CONCLUSIONES

1.- Los cilindros colados cementados al análogo de pilar de implante con cemento de ionómero de vidrio modificado con resina RelyX™ Luting 2 tuvieron mayor resistencia a la tracción que los cilindros cementados con los ionómeros de cementación Ketac Cem™ Easy Mix y GC Fuji I, sin embargo la diferencia evidenciada entre los tres grupos no fue estadísticamente significativa.

2.- Presentaron de mayor a menor Resistencia a la tracción: El cemento de ionómero de vidrio modificado con resina RelyX™ Luting 2, el ionómero de vidrio de cementación GC Fuji I y el ionómero de vidrio de cementación Ketac Cem™ Easy Mix.

VIII. RECOMENDACIONES

1.- Según los resultados obtenidos en la presente investigación, se recomienda utilizar el cemento de ionómero de vidrio modificado con resina RelyX™ Luting 2 en los protocolos de cementación de prótesis sobre implante, debido a que de los tres cementos que se utilizaron en el presente estudio, fue el que mostró un mejor desempeño al momento resistir la tracción de los cilindros cementados a los análogos de pilar de implante.

2.- El ionómero de vidrio de cementación Ketac Cem™ Easy Mix es el menos recomendado para los protocolos de cementación de prótesis sobre implante, dado que en el presente estudio se evidenció que es el cemento que proporciona una menor resistencia a la tracción en comparación a los otros 2 cementos evaluados.

3.- Se recomienda ampliar las investigaciones acerca del presente estudio, debido a que es un tema de alta importancia para el ámbito de la rehabilitación oral actual, donde los implantes dentales son un elemento de primera elección al momento de rehabilitar zonas edéntulas en los pacientes. Para obtener resultados con mayor exactitud se sugiere ampliar el tamaño de la muestra, así como también el número de variables a evaluar.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Uludamar A, Kulak Y. Cement selection of cemented implant supported restorations. *Cumhuriyet Dent J* 2012;15(2):166-74.
2. Michalakis KX, Hirayama H, Garefis PD. Cement-retained versus screwretained implant restorations: a critical review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18:719-728.
3. Taylor, T.D., Belser, U. & Mericske-Stern, R. (2000) Prosthodontic considerations. *Clinical Oral Implants Research* 11 (Supl.): 101–107.
4. Chee W, Felton DA, Johnson PF, Sullivan DY. Cemented versus screw-retained implant prostheses: Which is better? *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14:137- 141.
5. Vigolo P, Givani A, Majzoub Z, Cordioli G. Cemented versus screwretained implant-supported singletooth crowns: a 4-year prospective clinical study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19:260-265.
6. Chiche, G.J. and Pinault, A. (1991) Considerations for fabrication of implant-supported posterior restorations. *The International Journal of Prosthodontics*, 4, 37-44.
7. Mayta-Tovalino F. Evaluación *in vitro* de la resistencia a la fuerza por tracción de estructuras coladas a pilares protésicos según tipo de pilar y agente cementante [Tesis de Especialidad]. Lima-Perú: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2013.
8. Hebel KS, Gajjar RC. Cementretained versus screw-retained implantrestorations: achieving optimal occlusion and esthetics in implant dentistry. *J Prosthet Dent* 1997;77:28–35.
9. Covey DA, Kent DK, St Germain HA, Koka S. Effect of abutment size and luting cement type on the uniaxial retention force of implant supported crowns. *J Prosthet Dent* 2000;83:344–348.

10. Kent DK, Koka S, Froeschle ML. Retention of cemented implantsupported restorations. *J Prosthodont* 1997;6:193–196.
11. Uludamar A, Leung T. Inaccurate fit of implant superstructures. Part II: Efficacy of the Preci-Disc system for the correction of errors. *Int J Prosthodont* 1996;9:16–20.
12. Guichet DL, Caputo AA, Choi H, et al. Passivity of fit and marginal opening in screw- or cement-retained implant fixed partial denture designs. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2000;15:239-246.
13. Behneke A, Behneke N, d’Hoedt B. The longitudinal clinical effectiveness of ITI solid-screw implants in partially edentulous patients: A 5-year follow-up report. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2000;15: 633-645.
14. Gervais MJ, Wilson PR. A rationale for retrievability of fixed, implant-supported prostheses: A complication-based analysis. *Int J Prosthodont*. 2007;20:13-24.
15. Misch CE. Principles of cementretained fixed implant prosthodontics. In: Misch CE, ed. *Dental Implant Prosthetics*. St Louis, MO: Elsevier Mosby; 2005:414-51.
16. Keith S, Miller B, Woody R, Higginbottom F, Marginal discrepancy of screw-retained and cemented metal-ceramic crowns on implant abutments. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14:369-78.
17. Mansour A, Ercoli C, Graser G, Tallents R, Moss M. Comparative evaluation of casting retention using the ITI solid abutment with six cements. *Clin. Oral Impl. Res* 2002;13: 343-48.
18. Akashi A, Francischone C, Tokutsune E, Da Silva W. Effects of different types of temporary cements on the tensile strength and marginal adaptation of crowns on implants. *J Adhes Dent* 2002; 4: 309-15.

19. Maeyama H, Sawase T, Jimbo R, Kamada K, Suketa N, Fukui J, Atsuta M. Retentive strength of metal copings on prefabricated abutments with five different cements. *Clinical Implant Dentistry and Related Research* 2005; 7(4): 229- 34.
20. Wolfart M, Wolfart S, Kern M, retention forces and seating discrepancies of implant-retained castings after cementation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21:519-25.
21. Dudley J, Richards L, Abbott J. Retention of cast crown copings cemented to implant abutments. *Australian Dental Journal* 2008; 53: 332-39.
22. Mehl C, Harder S, Wolfart M, Kern M, Wolfart S. Retrieval of implant-retained crowns following cementation. *Clin. Oral Impl. Res* 2008;19: 1304-11.
23. Sheets J, Wilcox C, Wilwerding T, Cement selection for cement-retained crown technique with dental implants. *Journal of Prosthodontics* 2008;17: 92-6.
24. Wahl C, Gomes F, Barbosa R, Tarkany R, Smanio H. Assessment of the tensile strength of hexagonal abutments using different cementing agents. *Braz Oral Res* 2008;22(4):299-304.
25. Wilson AD, Kent BE. The glass-ionomer cement, new translucent cement for dentistry. *J Appl Chem Biotechnol* 1971; 21:313.
26. McLean JW, Nicholson JW, Wilson AD. Proposed nomenclature for glass ionomer dental cements and related materials. *Quintessence Int* 1994; 25(9):587–9
27. Mojon P, Kaltio R, Feduik D, Hawbolt EB, MacEntee MI. Short-term contamination of luting cements by water and saliva. *Dent Mater* 1996;12:83–7.
28. Ogimoto T, Ogawa T. Simple and sure protection of crown margins from moisture in cementation. *J Prosthet Dent* 1997;78:225
29. McComb D. Adhesive luting cements- classes, criteria & usage. *Compend Contin Edu Dent* 1996: 17:759–73.

30. Davidson CL, Mjor I. Advances in glass-ionomer cements. Quintessence, Chicago, 1999; pp 41–43
31. McCabe JF, Walls AWG, Applied dental materials, 8th edition, Oxford: Blackwell Pub. Co, 2005; pp 226–230
32. White SN, Yu Z. Compressive and diametral tensile strengths of current adhesive luting agents. J Prosthet Dent 1993;69: 568–72.
33. Cho E, Kopel H, White SN. Moisture susceptibility of resin-modified glass-ionomer materials. Quintessence Int 1995; 26: 351–8.
34. White SN, Yu Z, Sangsurasak S. In vivo marginal adaptation of cast crowns luted with different cements. J Prosthet Dent 1995; 74:25–32.
35. Robertello FJ, Coffey JP, Lynde TA, King P. Fluoride release of glass ionomer-based luting cements in vitro. J Prosthet Dent 1999; 82:172–6.
36. Fujisawa S, Kadoma Y. Action of eugenol as a retarder against polymerization of methyl methacrylate by benzoyl peroxide. Biomaterials 1997;18:701-3.
37. Macchi R. Materiales dentales. 3^a ed. Colombia. Panamericana. 2000.

X. ANEXOS

ANEXO N°1

Tabla de recolección de datos

Nº de Especímen	Ketac Cem™ Easy Mix (Grupo 1)	GC Fuji I (Grupo 2)	Relyx™ Luting 2 (Grupo 3)
1			
2			
3			
4			
5			
6			

ANEXO N°2

Tabla de recolección de datos con la información luego de realizar la ejecución del experimento (Prueba de tracción)

Nº de Especímen	Ketac Cem™ Easy Mix (Grupo 1)	GC Fuji I (Grupo 2)	Relyx™ Luting 2 (Grupo 3)
1	19.7	423	276
2	40.8	291	414
3	27.5	53.8	384
4	18	136	356
5	39.3	132	496
6	17.3	232	271